3.1.1. EJERCICIOS RESUELTOS 3.1.

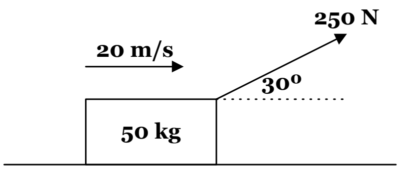
1. Una mujer sostiene un objeto en una de sus manos. Aplicando la Tercera Ley de Newton del movimiento, la fuerza de reacción al peso de la bola es: (Segundo examen de ubicación 2006)
   a) La fuerza normal que el piso ejerce sobre los pies de la mujer.
   b) La fuerza normal que la mano de la mujer ejerce sobre el objeto.
   c) La fuerza normal que el objeto ejerce sobre la mano de la mujer.
   d) La fuerza gravitacional que el objeto ejerce sobre la Tierra.

SOLUCIÓN

Las fuerzas de acción y de reacción se generan entre el mismo par de cuerpos, esto es, el peso de la bola es la fuerza de carácter gravitacional que genera la Tierra sobre la bola, por lo tanto la reacción debe ser la fuerza gravitacional que genera la bola sobre la Tierra, además tienen la misma magnitud y actúan en dirección opuesta.

Respuesta: d)

2. Una caja con masa de 50 kg es arrastrada a través del piso por una cuerda que forma un ángulo de 30º con la horizontal. ¿Cuál es el valor aproximado del coeficiente de rozamiento cinético entre la caja y el piso si una fuerza de 250 N sobre la cuerda es requerida para mover la caja con rapidez constante de 20 m/s como se muestra en el diagrama? (Examen de ubicación invierno 2007)
   a) 0.26
   b) 0.33
   c) 0.44
   d) 0.59
   e) 0.77



SOLUCIÓN

Realizamos el diagrama de cuerpo libre para el bloque.

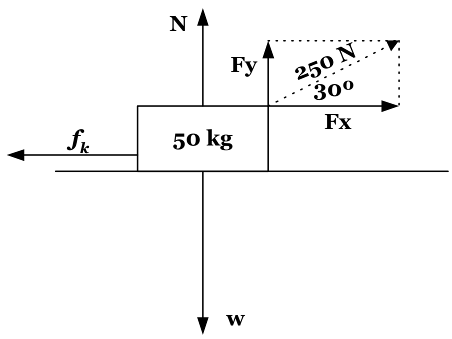


Figura 371

Debido a que la velocidad es constante, la fuerza neta es cero

$$\sum Fx = 0 \qquad \sum Fy = 0$$
$$Fx - f_k = 0 \qquad N + Fy - w = 0$$
$$250\cos 30^{o} = f_k \qquad N + 250\sin 30^{o} - mg = 0$$
$$250\cos 30^{o} = \mu_k N \qquad N = 50kg\left(9.8m/s^2\right) - 250\sin 30$$

Al reemplazar la ecuación obtenida en el eje de las y, en la ecuación obtenida en el eje de las x tenemos

$$250\cos 30^{o} = \mu_k N$$
$$250\cos 30^{o} = \mu_k\left[(50)(9.8) - 250\sin 30\right]$$
$$\mu_k = \frac{250\cos 30^{o}}{\left[(50)(9.8) - 250\sin 30\right]}$$
$$\mu_k = 059$$

Respuesta: d)

3. Dos masas idénticas, m, son conectadas a una cuerda sin masa que pasa por poleas sin fricción, como se muestra en la figura 372. Si el sistema se encuentra en reposo, ¿cuál es la tensión en la cuerda? (Examen final, verano 2006)
   a) Menor que mg
   b) Exactamente mg
   c) Mayor que mg pero menor que 2mg
   d) Exactamente 2mg
   e) Mayor que 2mg

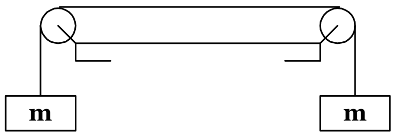


Figura 372

SOLUCIÓN
Si realizamos el diagrama de cuerpo libre en cualquiera de los dos bloques tenemos

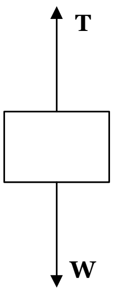


Figura 373

Puesto que el sistema está en reposo, se tiene que la fuerza neta es cero

$$\sum Fy = 0$$
$$T - w = 0$$
$$T = w$$
$$T = mg$$

Respuesta: b)

4. Un estudiante hala una caja de madera sobre una superficie horizontal con velocidad constante por medio de una fuerza P. ¿Cuál de las siguientes opciones es correcta? (Examen final, verano 2006)
   a) P > *f* y N < w
   b) P > *f* y N = w
   c) P = *f* y N > w
   d) P = *f* y N = w
   e) P < *f* y N = w

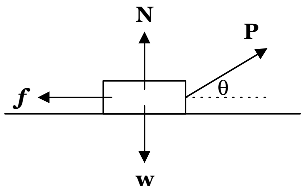


Figura 374

SOLUCIÓN
El diagrama de cuerpo libre para este bloque es similar al diagrama de cuerpo libre realizado en el ejercicio 2, y además por realizar el movimiento con velocidad constante, la fuerza neta es cero, de manera que las ecuaciones estarían dadas por

$$\sum Fx = 0$$
$$Px - f = 0$$
$$P\cos\theta = f$$
$$P = \frac{f}{\cos\theta}$$

$$\sum Fy = 0$$
$$Py + N - w = 0$$
$$N = w - P\sin\theta$$

De los resultados podemos ver que P > *f* porque el coseno del ángulo es un valor que está comprendido entre cero y uno, de manera que al dividir el valor de *f* entre un número que está entre cero y uno, el resultado será mayor que *f*. Del mismo modo, N < w porque al restar del peso un valor igual a Psinθ, disminuye el valor del peso.

Respuesta: a)

5. Tres fuerzas actúan como se muestra en la figura 375 sobre un anillo. Si el anillo se encuentra en equilibrio, ¿cuál es la magnitud de la fuerza F?
   a) 7261 N   b) 5948 N   c) 2916 N   d) 5048 N   e) 4165 N

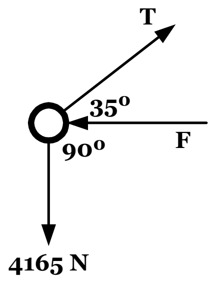


Figura 375

SOLUCIÓN
En el diagrama de la figura 376 se muestran las fuerzas reordenadas, y la tensión con sus respectivas componentes rectangulares.

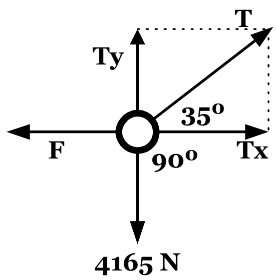


Figura 376

La suma de fuerzas es cero al encontrarse el anillo en reposo

$$\sum Fy = 0$$
$$Ty - 4165N = 0$$
$$T\,\mathbf{sin}\,35^{o} = 4165$$
$$T = \frac{4165}{\mathbf{sin}\,35^{o}}$$

$$\sum Fx = 0$$
$$Tx - F = 0$$
$$T\,\mathbf{cos}\,35^{o} = F$$
$$\left(\frac{4165}{\mathbf{sin}\,35}\right)\mathbf{cos}\,35^{o} = F$$
$$F = 5948N$$

Respuesta: b)

6. Un bloque de 90 N cuelga de tres cuerdas, como se muestra en la figura 377, determine los valores de las tensiones T1 y T2
   a) T1 = 52.0 N; T2 = 52.0 N b) T1 = 90.0 N; T2 = 90.0 N c) T1 = 45.0 N ; T2 = 45.0 N
   d) T1 = 30.0 N; T2 = 30.0 N e) T1 = 86.0 N ; T2 = 86.0 N

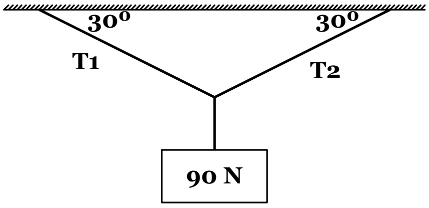


Figura 377

SOLUCIÓN
Realizamos el diagrama de cuerpo libre para la unión de las tres cuerdas y para el bloque

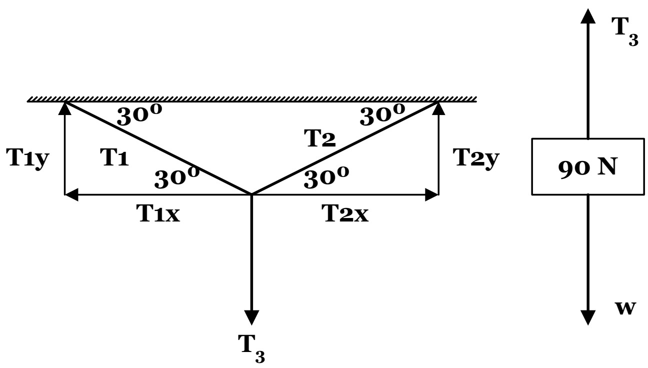


Figura 378

Debido a que el sistema se encuentra en equilibrio, la suma de las fuerzas es cero. Primero analizamos al sistema de cuerdas

$$\sum Fx = 0$$
$$T_{2x} - T_{1x} = 0$$
$$T_2 \cos 30^\circ = T_1 \cos 30^\circ$$
$$T_2 = T_1$$

$$\sum Fy = 0$$
$$T_{1y} + T_{2y} - T_3 = 0$$
$$T_1 \sin 30^\circ + T_2 \sin 30^\circ = T_3$$
$$T_1 \sin 30^\circ + T_1 \sin 30^\circ = T_3$$
$$2T_1 \sin 30^\circ = T_3$$

Ahora realizamos el análisis del bloque

$$\sum Fy = 0$$
$$T_3 - W = 0$$
$$T_3 = w = 90N$$

Si reemplazamos este resultado en las ecuaciones anteriores se obtiene

$$2T_1 \sin 30^\circ = T_3$$
$$T_1 = \frac{T_3}{2\sin 30^\circ} = \frac{90N}{2\sin 30^\circ} = 90N$$

Respuesta: b)

7. Suponga que los bloques A y B de la figura 379 tienen las masas M_A = 10 kg y M_B = 2 kg, el coeficiente de rozamiento estático entre el bloque A y la superficie es 0.4. Determine el mínimo valor de F para poner el sistema en movimiento.
   a) 19.6 N b) 39.2 N c) 58.8 N d) 78.4 N e) 98.0 N

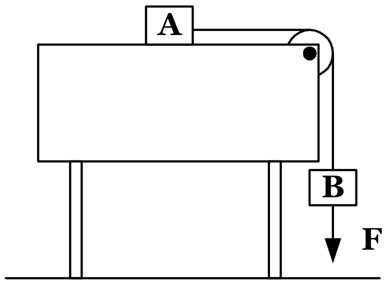


Figura 379

SOLUCIÓN
En la figura 380 se presenta el diagrama de cuerpo libre para los bloques A y B

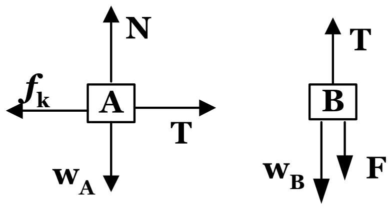


Figura 380

Primero realizaremos el análisis de las ecuaciones para el bloque A.

$$\sum Fy = 0$$
$$N - W_A = 0$$
$$N = m_A g$$
$$N = (10kg)(9.8m/s^2)$$
$$N = 98N$$

$$\sum Fx = 0$$
$$T - f_k = 0$$
$$T = f_k$$
$$T = \mu_k N$$
$$T = (0.4)(98N)$$
$$T = 39.2N$$

Con este resultado analizamos ahora al bloque B

$$\sum Fy = 0$$
$$T - W_B - F = 0$$
$$T - m_B g = F$$
$$39.2N - (2kg)(9.8m/s^2) = F$$
$$F = 19.6N$$

Respuesta: a)

8. Una fuerza F es usada para sostener un bloque de masa m sobre un plano inclinado como se muestra en la figura 381. El plano forma un ángulo con la horizontal y F es perpendicular al plano. El coeficiente de fricción entre el plano y el bloque es μ. ¿Cuál es la mínima fuerza F, necesaria para mantener el bloque en reposo?
   a) μ mg
   b) mg cosθ
   c) mg senθ
   d) (mg/μ) senθ
   e) (mg/μ) (senθ - μ cosθ)

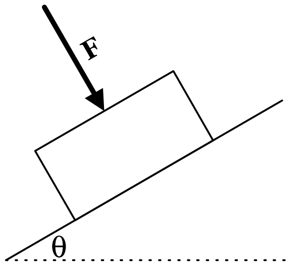


Figura 381

SOLUCIÓN
En la figura 382 se muestra el diagrama de cuerpo libre del bloque

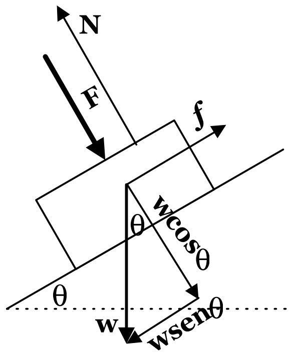


Figura 382

Debido a que el bloque se encuentra en reposo la suma de las fuerzas es cero. Además, la fuerza de fricción que actúa es la fricción estática máxima, porque el sistema está a punto de resbalar (deslizar).

$$\sum Fx = 0$$
$$fsm\acute{a}x - w\sin\theta = 0$$
$$\mu N = mg\sin\theta$$
$$N = \frac{mg\sin\theta}{\mu}$$

$$\sum Fy = 0$$
$$N - F - w\cos\theta = 0$$
$$\frac{mg\sin\theta}{\mu} - mg\cos\theta = F$$
$$F = \frac{mg}{\mu}(\sin\theta - \mu\cos\theta)$$

Respuesta: e)

9. Dos bloques idénticos, de peso w, son colocados uno sobre otro como se muestra en la figura 383. El bloque superior está atado a una cuerda, y esta a su vez a una pared. El bloque inferior es halado a la derecha con una fuerza F. El coeficiente de fricción estática entre todas las superficies es μ. ¿Cuál es el mayor de la fuerza F que puede ser ejercido antes de que el bloque inferior deslice?
   a) μW
   b) (3/2) μW
   c) 2μW
   d) (5/2) μW
   e) 3μW

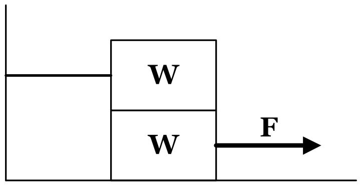


Figura 383

SOLUCIÓN
En la figura 384 se muestra el diagrama de cuerpo libre de cada uno de los bloques. Al bloque superior se lo ha representado como bloque 1, y al inferior como bloque 2.

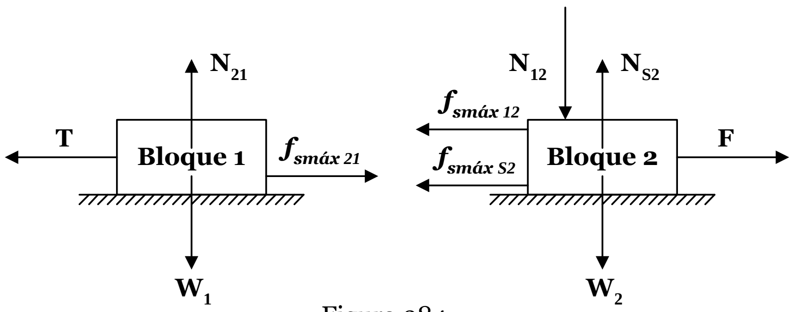


Figura 384

N21 es la normal que genera el bloque inferior sobre el superior, N12 es la reacción de la normal anterior pero aplicada sobre el cuerpo que generó la fuerza anterior; Ns2 es la fuerza normal que genera la superficie o piso sobre el bloque 2. De igual manera se representan las fuerzas de fricción estática máxima, con sus respectivos subíndices.

Para el bloque 1 sólo es necesario que analicemos las fuerzas en el eje de las y porque no necesitamos calcular el valor de la tensión

BLOQUE 1

$$\sum Fy = 0$$
$$N_{21} - w_1 = 0$$
$$N_{21} = m_1 g$$

BLOQUE 2

$$\sum Fy = 0$$
$$N_{S2} - N_{12} - w_2 = 0$$
$$N_{S2} = N_{12} + w_2$$
$$N_{S2} = m_1 g + m_2 g$$

$$\sum Fx = 0$$
$$F - f_{smáx12} - f_{smáxS2} = 0$$
$$F - \mu N_{12} - \mu N_{S2} = 0$$
$$F = \mu m_1 g + \mu(m_1 g + m_2 g)$$
$$F = \mu m_1 g + \mu m_1 g + \mu m_2 g$$
$$F = 3\mu mg$$

Respuesta: e)

10. Un hombre empuja una pared rígida que no se puede mover. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta en esta situación?
    a) El hombre no puede estar en equilibrio debido a que ejerce una fuerza neta sobre la pared.
    b) Si el hombre ejerce sobre la pared una fuerza de 200 N, entonces se puede asegurar que la pared ejerce sobre el hombre una fuerza, también de 200 N.
    c) Debido a que la pared no puede moverse, no puede ejercer fuerza sobre el hombre.
    d) El hombre no puede ejercer una fuerza sobre la pared que exceda a su peso.
    e) La fuerza de fricción que actúa sobre los pies del hombre está dirigida alejándose de la pared.

SOLUCIÓN

En la figura 385 se muestra el diagrama de cuerpo libre del hombre empujando a la pared

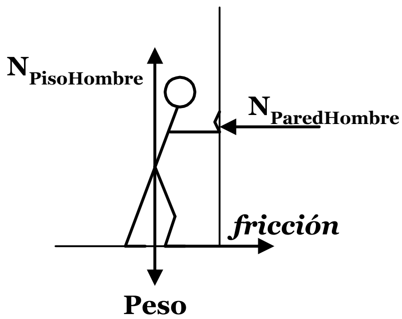


Figura 385

Como se puede observa en la figura 385, el hombre no se puede mover debido a que la fricción que genera el piso a sus pies se cancela con la reacción normal que genera la pared sobre él.
Además, la fuerza normal que ejerce la pared sobre el hombre es la misma fuerza, en magnitud, que ejerce el hombre sobre la pared.

Respuesta: b)

3.2.1. <u>EJERCICIOS RESUELTOS 3.2.1</u>

1. Una caja que pesa 800 [N], descansa sobre el piso de un elevador. En un determinado instante, el elevador tiene una velocidad hacia debajo de 5.0 m/s, y una aceleración hacia arriba de 2.45 m/s^2.En este instante, la fuerza que el piso del elevador ejerce sobre la caja es: (Segundo examen de ubicación 2006)
   a. ≤ 175 N
   b. > 175 N pero ≤ 350 N
   c. > 350 N pero ≤ 525 N
   d. > 525 N pero ≤ 700 N
   e. > 700 N

SOLUCIÓN

La figura 391 muestra el diagrama de cuerpo libre para la situación presentada en el enunciado del ejercicio.

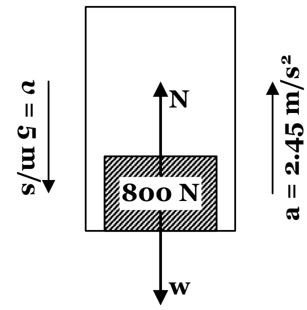


Figura 391

La normal, N, es la fuerza que ejerce el piso del elevador sobre la caja, y el peso, w, es la fuerza de atracción gravitacional que ejerce la Tierra sobre la caja; por lo tanto, la fuerza que debemos calcular es la fuerza de reacción normal

$$\sum Fy = ma$$
$$N - w = ma$$
$$N = w + ma$$
$$N = w + \left(\frac{w}{g}\right)a$$
$$N = 800N + \frac{(800N)(2.45m/s^2)}{9.8m/s^2}$$
$$N = 100N$$

Respuesta: e)

2. Como se muestra en el diagrama, un bloque de 345 kg es elevado por un sistema de poleas. Si al instante mostrado, el bloque tiene una aceleración de 1.40 m/s^2, y si la polea y el cable tienen masa despreciable y sin fricción, ¿cuál debe ser el valor de la fuerza F? (Segundo examen de ubicación 2006)
   a. $1.93x10^3$ N
   b. $1.45x10^3$ N
   c. $3.86x10^3$ N
   d. $1.29x10^3$ N
   e. $4.83x10^2$ N

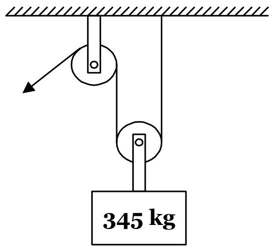


Figura 392

SOLUCIÓN

En la figura 393 se presenta el diagrama de cuerpo libre para el bloque y la polea que está conectada con él.

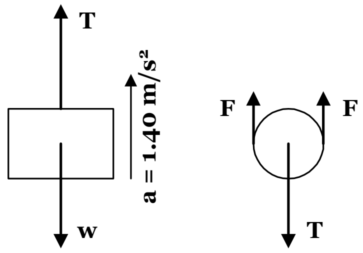


Figura 393

La fuerza F es la misma para toda la cuerda que pasa por ambas poleas, debido a que se desprecia la fricción en ellas, y se considera que su masa (la de las poleas y la cuerda) es despreciable, en comparación con la masa del bloque, de manera que el resultado que se obtenga del análisis de las leyes de Newton, es un valor aproximado.

A continuación analizamos primero al bloque

$$\sum Fy = 0$$
$$w - T = ma$$
$$mg - ma = T$$
$$T = (345kg)(9.8m/s^2) - (345kg)(1.40m/s^2)$$
$$T = 2898N$$

Ahora analizamos a la polea

$$2F - T = ma$$
$$2F = (0kg)(1.40m/s^2) + 2898$$
$$F = 1449N = 1.45 \times 10^3 N$$

Respuesta: b)

3. Un cohete de juguete de 0.500 kg puede generar un empuje de 15.0 N durante los primeros 3.0 s de su vuelo, en que tarda en consumir su combustible. ¿Cuál es la máxima altura que puede alcanzar el cohete (Suponga que la masa del cohete no cambia, y que la fricción con el aire es despreciable). (Segundo examen de ubicación 2006)
   a. 135 m b) 187 m c) 278 m d) 91 m e) 369 m

SOLUCIÓN

En la figura 394 se presenta el diagrama de cuerpo libre de la situación presentada en el enunciado del ejercicio.

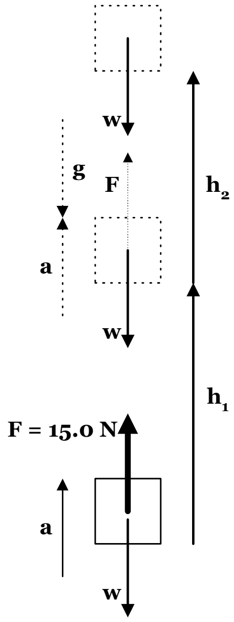


Figura 394

El movimiento se da en dos partes, en la primera es un movimiento acelerado, debido a la fuerza (empuje) que se genera durante los tres primeros segundos; la aceleración en este tramo es a, y en el segundo tramo se da un movimiento desacelerado, con aceleración de magnitud igual a la de la gravedad. Al concluir el primer desplazamiento h1, la partícula adquiere una rapidez, la misma que tiene la misma magnitud en el inicio del segundo tramo en donde se va a realizar un desplazamiento h2.

Para calcular el valor de la aceleración, a, podemos usar las leyes de Newton.

$$\sum Fy = ma$$
$$F - w = ma$$
$$15N - (0.500kg)(9.8m/s^2) = (0.500kg)(a)$$
$$a = 20.2m/s^2$$

Con esta aceleración calculamos el valor del desplazamiento, h1, y la rapidez v.

$$\Delta y = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$
$$h_1 = 0 + \left(\frac{1}{2}\right)(20.2m/s^2)(3s)^2$$
$$h_1 = 90.9m$$

$$v = v_0 + at$$
$$v = 0 + (20.2m/s^2)(3s)$$
$$v = 60.6m/s$$

Con estos resultados podemos calcular el desplazamiento h2 para el segundo tramo, en el que la aceleración que actúa ahora es la de la gravedad.

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta y$$
$$0 = (60.6m/s)^2 + 2(-9.8m/s^2)(h_2)$$
$$h_2 = 187.37m$$

De esta manera se concluye que la altura máxima que alcanza el juguete, medida desde el punto desde donde se lanzó, es hmáx = h1 + h2 = 278 m

Respuesta: c)

4. Dos bloques de igual masa se unen a través de una cuerda sin masa que pasa por una polea sin fricción y se sueltan como se indica en la figura 395. ¿En cuál de los siguientes casos es mayor la tensión en la cuerda?
   a) Cuando el sistema está en equilibrio.
   b) Cuando el sistema se mueve acelerado.
   c) Cuando el plano inclinado es liso.
   d) En todos los casos la tensión es la misma.

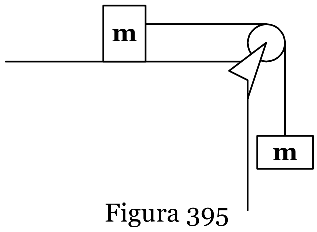


Figura 395

SOLUCIÓN

En la figura 396 se muestra el diagrama de cuerpo libre para los dos bloques, y a partir de allí realizaremos el análisis de la situación por medio de las leyes de Newton.

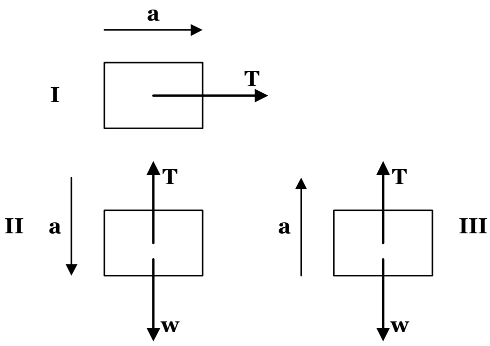


Figura 396

El diagrama I se relaciona con el II, si el cuerpo II se acelera hacia abajo el I se acelera hacia la derecha. De acuerdo a esos diagramas palnteamos las ecuaciones siguientes

$$\sum Fy = ma$$
$$mg - T = ma$$
$$mg - ma = T$$

Si en cambio realizamos el análisis con la aceleración hacia arriba, la ecuación queda

$$\sum Fy = ma$$
$$T - mg = ma$$
$$T = mg + ma$$

De la última ecuación se puede verificar que si el sistema desciende, la tensión es mayor.

Respuesta: b)

5. Abajo se muestran cuatro arreglos de dos bloques de madera de masas diferentes, de 100 g y de 200 g. En todos los arreglos los bloques se encuentran en contacto uno con otro y se aceleran a la derecha a razón de 2m/s² sobre superficies sin fricción. Las masas de cada uno de los bloques se dan en cada figura. ¿En cuál de los arreglos es mayor la fuerza de contacto normal entre los bloques? (Examen de ubicación invierno 2007)

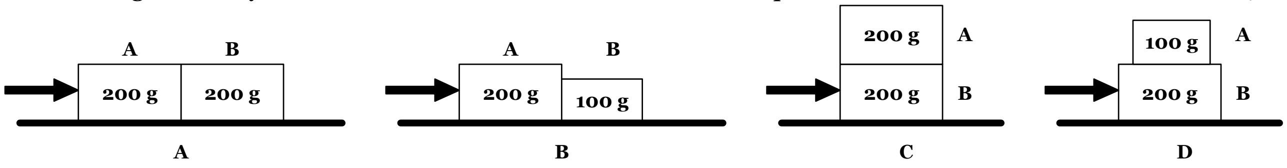


Figura 397

SOLUCIÓN

En la figura 398 se muestra el diagrama de cuerpo libre de la figura A, para realizar el análisis de las leyes de Newton.

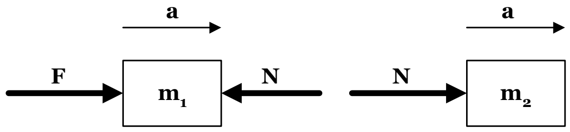


Figura 398

$$\sum Fx = m_1 a$$
$$F - N = m_1 a$$
$$F - N = (0.200kg)(2m/s^2)$$

$$\sum Fx = m_2 a$$
$$N = m_2 a$$
$$N = (0.200kg)(2m/s^2)$$
$$N = 0.4[N]$$

En la figura 399 se muestra el diagrama de cuerpo libre de los bloques que se muestran en la figura B.

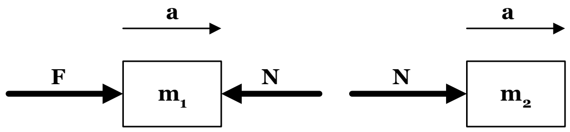


Figura 399

$$\sum Fx = m_1 a$$
$$F - N = m_1 a$$
$$F - N = (0.200kg)(2m/s^2)$$

$$\sum Fx = m_2 a$$
$$N = m_2 a$$
$$N = (0.100kg)(2m/s^2)$$
$$N = 0.2[N]$$

En la figura 400 se muestra el diagrama de cuerpo libre de cada bloque que se muestra en la figura C

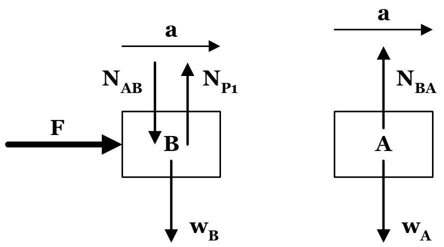


Figura 400

$$\sum Fy = 0$$
$$N_{P1} - N_{AB} - m_B g = 0$$

$$\sum Fy = 0$$
$$N_{AB} - m_A g = 0$$
$$N_{AB} = m_A g$$
$$N_{AB} = (0.200kg)(9.8m/s^2)$$
$$N_{AB} = 1.96N$$

En la figura 401 se muestra el diagrama de cuerpo libre de cada bloque que se muestra en la figura D

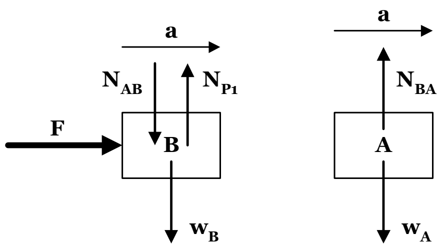


Figura 401

$$\sum Fy = 0$$
$$N_{P1} - N_{AB} - m_B g = 0$$

$$\sum Fy = 0$$
$$N_{AB} - m_A g = 0$$
$$N_{AB} = m_A g$$
$$N_{AB} = (0.100kg)(9.8m/s^2)$$
$$N_{AB} = 0.98N$$

Respuesta: c)

6. Dos fuerzas actúan sobre objetos de masas diferentes que se encuentran sobre superficies lisas como se muestra en la figura 402. Si los bloques parten desde el reposo, ¿cuál de ellos experimentará el mayor cambio de rapidez? (Examen de ubicación invierno 2007)

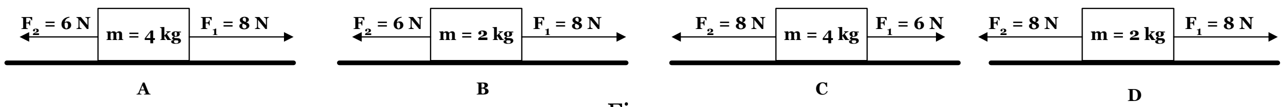


Figura 402

SOLUCIÓN

El mayor cambio en la rapidez es el mismo valor en la aceleración, ya que por definición la aceleración es el cambio en la velocidad. Utilizando la segunda ley de Newton podemos resolver el ejercicio.

$$\sum Fx = ma$$
$$a = \frac{\sum Fx}{m}$$

Para cada una de las figuras aplicamos la ecuación deducida anteriormente

$$a_A = \frac{8N - 6N}{4kg} = 0.5m/s^2 \qquad a_B = \frac{8N - 6N}{2kg} = 1m/s^2$$
$$a_C = \frac{6N - 8N}{4kg} = -0.5m/s^2 \qquad a_D = \frac{8N - 8N}{4kg} = 0m/s^2$$

Respuesta: b)

7. Dos bloques de masas Ma y Mb, donde Mb>Ma, deslizan sobre un plano inclinado sin rozamiento e inclinado un ángulo θ con la horizontal. ¿Qué es verdad respecto a la fuerza de contacto entre los bloques cuando deslizan sobre el plano. (Examen de ubicación invierno 2007)
   a. Mbgsenθ
   b. (Mb – Ma)gsenθ
   c. Magsenθ
   d. (Mb – Ma)gcosθ
   e. 0

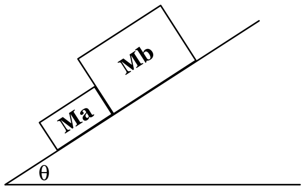


Figura 403

SOLUCIÓN

Realizamos el diagrama de cuerpo libre que muestre las fuerzas que actúan sobre cada uno de los bloques

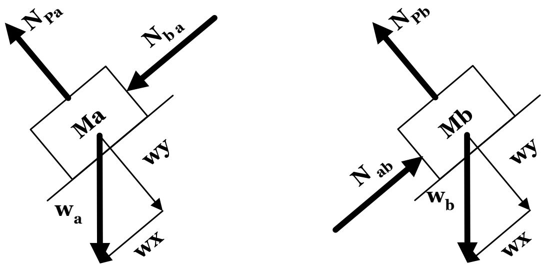


Figura 404

De la figura 404 realizamos el análisis de las leyes de Newton, asumiendo que la aceleración de los dos bloques es la misma y que está dirigida hacia abajo del plano inclinado.

$$\begin{array}{ll} \sum Fx = m_a a & \sum Fx = m_b a \\ N_{ba} + wx- = m_a a & -N_{ab} + wx- = m_b a \\ N_{ba} + m_a gsen\theta = m_a a & -N_{ab} + m_b gsen\theta = m_b a \end{array}$$

Si sumamos las dos ecuaciones precedentes, tenemos

$$N_{ba} - N_{ab} + m_a gsen\theta + m_b gsen\theta = m_a a + m_b a$$

Debido a que las reacciones normales N_{ba} y N_{ab} son fuerzas de acción y reacción se cancelan en la ecuación resultante, de modo que se deduce la siguiente ecuación.

$$m_a gsen\theta + m_b gsen\theta = m_a a + m_b a$$
$$gsen\theta(m_a + m_b) = (m_a + m_b)a$$
$$a = gsen\theta$$

Al reemplazar este resultado en cualquiera de las dos ecuaciones que resultaron del análisis de las leyes de Newton resulta

$$N_{ba} + m_a gsen\theta = m_a a$$
$$N_{ba} + m_a gsen\theta = m_a gsen\theta$$
$$N_{ba} = 0$$

Por lo tanto se concluye que los bloques no están en contacto

Respuesta: e)

8. Una persona de masa M está parada sobre una báscula dentro de un elevador, la velocidad y la aceleración, tanto en magnitud como en dirección, se dan en cada una de las situaciones. ¿En cuál de las situaciones indicadas en las figuras de abajo, la báscula indicará el menor peso de la persona? (Examen final, verano 2007)

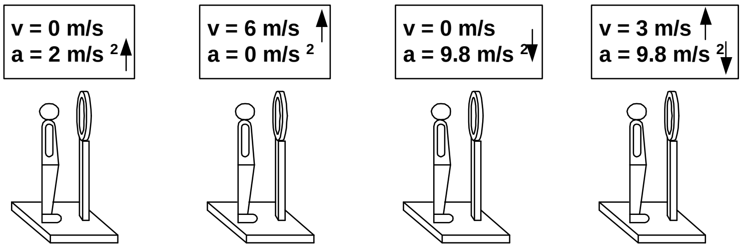


Figura 405

a. En A
b. En B
c) En B, C y D
d) En C
e) En C y D

SOLUCIÓN
En la figura 406 se muestra el diagrama de cuerpo libre para cada situación desde A hasta D.

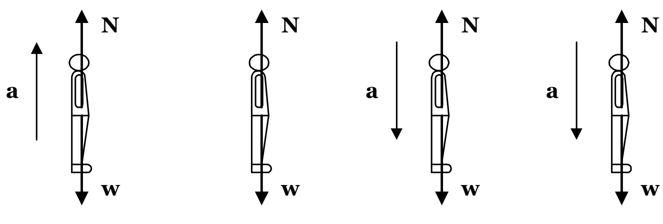


Figura 406

La lectura de la báscula es en realidad la reacción normal que existe entre la báscula y los pies de la persona. Para cada situación se realiza el análisis de las leyes de Newton

Situación A
$$\sum Fy = ma$$
$$N - mg = ma$$
$$N = ma + mg$$

Situación B
$$\sum Fy = 0$$
$$N - mg = 0$$
$$N = mg$$

Situación C
$$\sum Fy = ma$$
$$mg - N = ma$$
$$N = mg - ma$$

Situación D
$$\sum Fy = ma$$
$$mg - N = ma$$
$$N = mg - ma$$

Observe que en las situaciones C y D se resta del peso el producto de la masa por la aceleración, mientras que en la situación A se agrega ese mismo valor al peso, y en la situación B es igual al peso.

Respuesta: e)

3.3.1. <u>Ejercicios resueltos 3.3.1</u>

1. Una bicicleta con ruedas de 75 cm de diámetro viaja a una velocidad de 12 m/s. ¿Cuál es la velocidad angular de las ruedas de esta bicicleta? (I aporte, 1990)
   a) 8 rad/s b) 16 rad/s c) 32 rad/s d) 64 rad/s

<u>SOLUCIÓN</u>

La velocidad tangencial de una partícula está dada por v = ωR, por lo tanto ω = v/R = 2v/D

ω = 2(12)/0.75

ω = 32 rad/s

Respuesta: c

2. Desde el mismo punto de una trayectoria circular parten 2 móviles, en sentido opuesto, con rapidez constante. Uno de ellos recorre la circunferencia en 2 horas y el otro traza un arco de 6° en 1 minuto. ¿Cuánto tiempo tardarán en encontrarse?
   a) 40 minutos b) 60 minutos c) 20 minutos d) 10 minutos
   (Examen parcial de Física I, II Término 2003 – 2004)

<u>SOLUCIÓN</u>

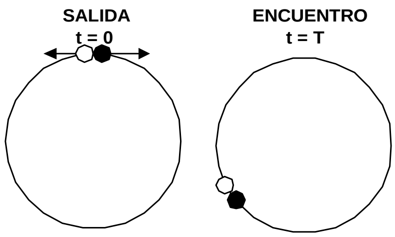


Figura 425

Al indicar en el enunciado cuanto tiempo se demora una de las partículas en dar una vuelta, y cuanto tiempo se demora la otra en recorrer un pequeño ángulo, nos está indicando cuanto es la rapidez angular de cada partícula, o sea,

$\omega_1 = \Delta\theta_1/t = 2\pi/7200 = \pi/3600$ rad/s

$$\omega_2 = \Delta\theta_2/t = \frac{\left(6°\times\frac{\pi rad}{180°}\right)}{60s} = \frac{\pi}{1800} rad/s$$

Si una de las partículas recorre θ rad, la otra recorre 2π - θ rad. Planteando las ecuaciones para el movimiento circular uniforme, para ambas partículas, tendríamos

Δθ = ωt

(1) θ = (π/1800)t
(2) 2π - θ = (π/3600)t

Reemplazamos la ecuación (1) en la ecuación (2)

2π - (π/1800)t = (π/3600)t

2π = (π/3600)t + (π/1800)t

2π = (π/1200)t

t = 2400 s = 40 minutos

Respuesta: a

3. Un transbordador espacial describe una órbita circular a una altura de 250 km, en donde la aceleración de la gravedad es el 93% del valor dado en la superficie. ¿Cuál es el periodo de su órbita? (Deber # 1, I Término, 2000 – 2001)

SOLUCIÓN
El periodo, T, es el tiempo que demorará el transbordador en dar una vuelta, o sea, 2πR, debido a que la rapidez es constante, tenemos

$$2\pi R = vT$$

además sabemos que el movimiento es circular por lo tanto

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

despejando la velocidad de la primera ecuación y reemplazándola en la segunda tenemos

$$a_c = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

y de esta última ecuación despejamos el periodo, de donde obtenemos

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{a_c}}$$

además, debemos tener bien en cuenta que R representa el radio de la Tierra más la altura a la que encuentra el transbordador, o sea, R=6400 km + 250 km = 6 650 km, entonces el periodo del transbordador será

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{6.65x10^6\,m}{(9.8m/s^2)(0.93)}}$$

$$T = 5367\,seg$$
$$T \approx 89\,min\,30s$$

4. Los electrones de un cinescopio de televisión experimentan una deflexión en un ángulo de 55º como se indica en la figura 426. Durante la deflexión los electrones viajan a velocidad constante en una trayectoria circular de radio 4.30 cm. Si experimentan una aceleración de 3.35 x 10^{17}m/s², ¿cuánto tarda la deflexión? (Tomado del libro Física para Ciencias e Ingeniería de Wolfson – Pasachoff).

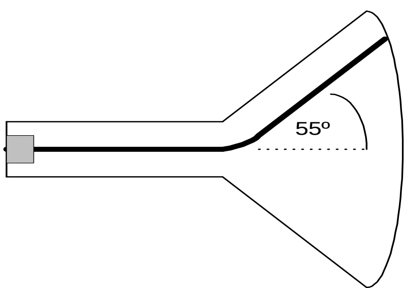


Figura 426

SOLUCIÓN
El problema realmente pide encontrar el tiempo que los electrones permanecen en la trayectoria circular. Debido a que el recorrido realizado por los electrones es hecho con rapidez constante, podemos utilizar la ecuación s = vt, donde s es el arco que recorren los electrones, por lo que también conocemos que el arco s es igual a s = θr, donde θ está en radianes, por lo que tendríamos

$$s = vt = \theta r$$

aquí despejamos t, o sea, t =θr/v, pero la velocidad tangencial la encontramos con la ecuación de aceleración centrípeta, debido a que el movimiento de los electrones es circular uniforme, o sea,

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

de aquí despejamos v

$$v = \sqrt{a_c R}$$

finalmente esta ecuación la reemplazamos en la ecuación del tiempo, o sea,

$$t = \frac{\theta R}{\sqrt{a_c R}}$$

$$t = \frac{55(\pi/180)(4.30x10^{-2}m)}{\sqrt{3.35x10^{17}m/s^2(4.30x10^{-2}m)}}$$
$$t = 3.44x10^{-10}s$$

$$t = 0.344ns$$

5. En el lanzamiento olímpico del martillo, los concursantes hacen girar una esfera de 7.3 kg al extremo de un alambre de acero que mide 1.2 m antes de lanzarlo. En determinado lanzamiento, el martillo viaja horizontalmente, a partir de un punto situado a 2.4 m de alto, 84 m antes de tocar el suelo. ¿Cuál es su aceleración radial antes de lanzarlo? (Deber # 1, I Término 2000 – 2001)

SOLUCIÓN

Primero realizamos un gráfico ilustrativo de la situación. Por lo que se observa, el movimiento del martillo una vez que sale de las manos del atleta

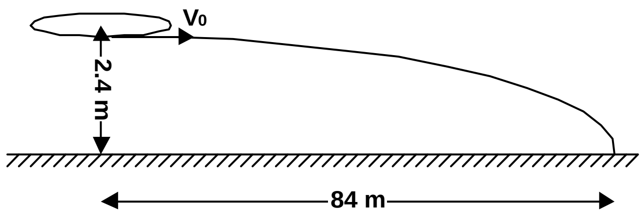


Figura 430

Para calcular la aceleración radial necesitamos calcular la velocidad tangencial con la que salió la esfera

$$X = V_X t \;\; y \;\; Y = V_{oY}t - ½at^2$$

Despejando t en la primera ecuación y reemplazando en la segunda ecuación tenemos

$$v_x = x\sqrt{-\frac{g}{2y}}$$

al reemplazar esta ecuación en la ecuación de aceleración centrípeta tenemos

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$a_c = \frac{\left(-\frac{gx^2}{2y}\right)}{r}$$

$$a_c = -\frac{(9.8\ m/s^2)(84m)^2}{2(-2.4\ m)(1.2m)}$$

$a_C = 1.2x10^4\ m/s^2$

6. En cierto instante una partícula que se mueve en sentido antihorario, en una circunferencia cuyo radio es 2m, tiene una rapidez de 8 m/s y su aceleración total está dirigida como se muestra en la figura 431. En ese instante determine:

   a) la aceleración centrípeta de la partícula
   b) La aceleración tangencial, y
   c) La magnitud de la aceleración total.

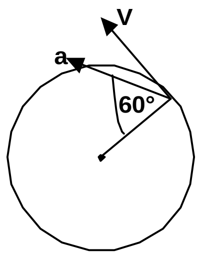


Figura 431

SOLUCIÓN

En el gráfico adjunto se presentan las aceleraciones centrípeta y tangencial.

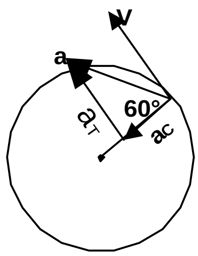


Figura 432

a) La aceleración centrípeta la calculamos por medio de

$$a_C = \frac{v^2}{R}$$

$$a_C = \frac{64\frac{m^2}{s^2}}{2m} = 32m/s^2$$

b) Debido a que se forma un triángulo rectángulo entre las aceleraciones centrípeta, tangencial y total, podemos calcular la aceleración tangencial por medio de funciones trigonométricas.

$a_{TAN} = a_C Tan60°$

$a_{TAN} = 55.42\ m/s^2$

c) La magnitud de la aceleración total la podemos calcular por medio del teorema de Pitágoras.

$$a_{TOTAL} = \sqrt{a_{TAN}^2 + a_C^2}$$

$$a_{TOTAL} = \sqrt{32^2 + 55.42^2}$$

$$a_{TOTAL} = 64m/s^2$$

7. Un estudiante une una pelota el extremo de una cuerda de 0.600 m de largo y luego la balancea en un círculo vertical. La velocidad de la pelota es 4.30 m/s en el punto más alto y 6.50 m/s en el punto más bajo. Determine su aceleración en:
   a) su punto más alto, y
   b) su punto más bajo.
   (Lección de Física I, I término 2002 – 2003)

SOLUCIÓN

Si consideramos que la aceleración tangencial de la partícula es constante, esta tiene un valor de

$$v^2 = v_0^2 + 2ad$$

$$6.50^2 = 4.30^2 + 2a(\pi R)$$

El valor de d es la mitad de la longitud de una circunferencia, porque al pasar del punto más alto al más bajo recorre la mitad de ella, y este valor está dado por $2\pi R/2 = \pi R$.

$$a_{TAN} = 6.3 \text{ m/s}^2$$

La aceleración centrípeta en el punto más alto es

$$a_C = 4.3^2/0.6 = 30.82 \text{ m/s}^2$$

y en el punto más bajo es

$$a_C = 6.5^2/0.6 = 70.42 \text{ m/s}^2$$

Por lo tanto la aceleración total en el punto más alto es

$$a_{TOTAL} = \sqrt{a_{TAN}^2 + a_C^2}$$

$$a_{TOTAL} = \sqrt{6.3^2 + 30.82^2}$$

$$a_{TOTAL} = 31.46 \text{ m/s}^2$$

y en el punto más bajo

$$a_{TOTAL} = \sqrt{a_{TAN}^2 + a_C^2}$$

$$a_{TOTAL} = \sqrt{6.3^2 + 70.42^2}$$

$$a_{TOTAL} = 70.7 \text{ m/s}^2$$

8. Cierta polea gira 90 rev en 15 s, su rapidez angular al fin del periodo es de 10 rev/s.
   a) ¿Cuál era la rapidez angular de la polea al iniciarse el intervalo de 15 s, suponiendo una aceleración angular constante?
   b) ¿qué tiempo debió transcurrir desde que la polea estaba en reposo hasta el principio del intervalo de los 15s en referencia?

   (Lección de Física I, I término 2002 – 2003)

SOLUCIÓN

a) Como la aceleración angular permanece constante podemos aplicar la ecuación siguiente para calcular la rapidez angular al iniciar el intervalo de 15s.

$$\Delta\theta = \left(\frac{\omega + \omega_0}{2}\right)\Delta t$$

$$90 = \left(\frac{10 + \omega_0}{2}\right)15$$

$$12 = 10 + \omega_0$$

$$\omega_0 = 2 \text{ rev/s}$$

b) El tiempo previo al inicio del intervalo de los 15s podemos calcularlo calculando primero la aceleración angular, y posteriormente el tiempo.

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$10 = 2 + \alpha(15)$$

$$8 = 15\,\alpha$$

$$\alpha = 8/15 \text{ rev/s}^2$$

$$0.533 \text{ rev/s}^2$$

Con la misma ecuación podemos hacer el cálculo del tiempo previo al intervalo de los 15s.

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$2 = 0 + (8/15)t$$

$$t = 3.75\text{s}$$

9. Un cuerpo que se encuentra en estado de reposo comienza a girar con aceleración constante, efectuando 3600 rev durante los primeros 2 minutos. Calcular el valor de la aceleración angular del cuerpo.
a) π rad/s² b) 2 rad/s² c) 0.3π rad/s² d) 1 rad/s²
(Examen parcial de Física I, II Término 2003 – 2004)

SOLUCIÓN

Podemos aplicar la ecuación $\Delta\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

$$3600rev \times \frac{2\pi rad}{1rev} = 0 + \frac{1}{2}\alpha(120)^2$$
$$7200\pi = 7200\alpha$$
$$\alpha = \pi$$

Respuesta: a

10. Un volante gira 60 RPM en un instante inicial, al cabo de 5s posee una velocidad angular de 37.68 rad/s. ¿Cuántas vueltas dio el volante en ese tiempo? Suponga que el movimiento es uniformemente variado.
a) 10.5 vueltas b) 12.5 vueltas c) 15.5 vueltas d) 17.5 vueltas
(Examen parcial de Física I, II Término 2003 – 2004)

SOLUCIÓN

Debido a que la respuesta se presenta en vueltas (o en revoluciones) dejaremos los datos dados expresados en rev/s.

$$60\frac{rev}{min} \times \frac{1min}{60s} = 1rev/s$$
$$37.68\frac{rad}{s} \times \frac{1rev}{2\pi rad} = 6rev/s$$

Al ser constante la aceleración angular, podemos aplicar la ecuación

$$\Delta\theta = \left(\frac{\omega + \omega_0}{2}\right)t$$
$$\Delta\theta = \left(\frac{1+6}{2}\right)5$$
$$\Delta\theta = 17.5rev$$

Respuesta: d

3.4.1. EJERCICIOS RESUELTOS

1. El piloto de un avión ejecuta una pirueta de giro completo a rapidez constante en un plano vertical. La rapidez del avión es de 483 km/h y el radio del círculo es de 366 m. ¿Cuál es el peso aparente del piloto en el punto más bajo si su peso real es de 713 N? (Su peso aparente es igual a la fuerza que el asiento ejerce sobre su cuerpo. (Deber # 2 de Física I, II Término 2003 – 2004)

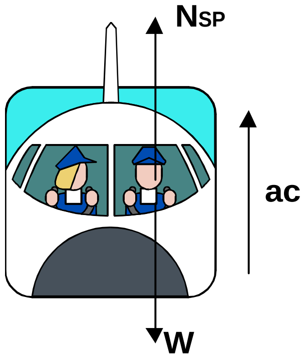


Figura 439

SOLUCIÓN

Haremos el diagrama de cuerpo libre del piloto en el punto más bajo de la trayectoria circular, y luego aplicamos la segunda ley de Newton.

$$\sum Fy = ma_C$$
$$N_{SP} - w = ma_C$$
$$N_{SP} = mg + ma_C$$
$$N_{SP} = m\left(g + \frac{v^2}{R}\right)$$
$$N_{SP} = \frac{w}{g}\left(g + \frac{v^2}{R}\right)$$
$$N_{SP} = 4291.26\ N$$

2. Un péndulo simple de largo L=2m y masa M describe un arco de círculo en un plano vertical. Si la tensión es 2.5 veces el peso de la plomada para la posición indicada en la figura 440, encuéntrese la magnitud de la velocidad lineal y aceleración de la plomada en esa posición. (Deber # 2 de Física I, II Término 2003 – 2004)

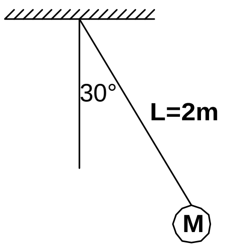


Figura 440

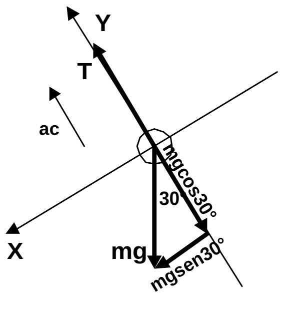


Figura 441

SOLUCIÓN

Para el punto mostrado presentamos el diagrama de cuerpo libre, y posterior a ello el análisis de las fuerza aplicadas a la plomada, mediante las leyes de Newton.

$$\sum Fy = ma$$
$$T - mg\cos 30° = ma_C$$
$$2.5mg - mg\cos 30 = ma_C$$
$$g(2.5 - \cos 30°) = a_C$$
$$a_C = 16.013 m/s^2$$

$$a_C = \frac{v^2}{R}$$
$$a_C R = v^2$$
$$v = \sqrt{a_C R}$$
$$v = 5.66 m/s$$

3. Un carro de 1800 kg pasa sobre un montículo en un camino que sigue el arco de un círculo de radio 42 m, como muestra la figura 442.
   a) ¿Qué fuerza debe ejercer el camino sobre el carro para que éste pase el punto más alto del montículo si viaja a 16 m/s?
   b) ¿Cuál es la velocidad máxima que el carro puede alcanzar cuando pasa por el punto más alto, antes de perder contacto con el camino?

   (Deber # 2 de Física I, II Término 2003 – 2004)

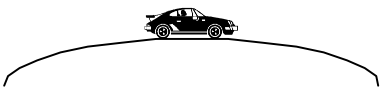


Figura 442

SOLUCIÓN

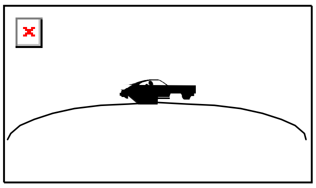


Figura 443

a) La fuerza que ejerce el camino es la reacción normal del camino sobre el carro.

$$\sum Fy = ma_C$$
$$mg - N_{CV} = m\frac{v^2}{R}$$
$$N_{CV} = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right)$$
$$N_{CV} = 6668.6\ N = 6.67kN$$

b) En el momento en que el vehículo pierde contacto con la carretera, la reacción de la carretera sobre el vehículo es cero, por tanto tendríamos

$$\sum Fy = ma_C$$
$$mg = m\frac{v^2}{R}$$
$$\sqrt{gR} = v$$
$$v = 20.3m/s$$

4. En la pared vertical de un cilindro hueco de 5 m de radio, que rota en torno a su eje de simetría, con una frecuencia de 1 rev/s, se encuentra un cuerpo de 10 kg de masa. ¿En esta situación ¿cuál debe ser el coeficiente de fricción mínimo entre el cilindro y el cuerpo para que no resbale hacia abajo? (Examen final de Física A, I Término 2005 -2006)

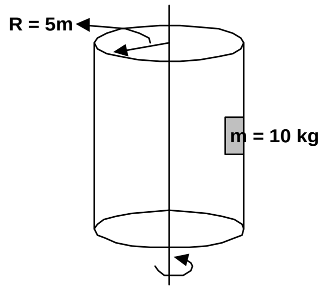


Figura 444

SOLUCIÓN

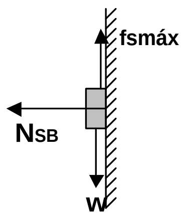


Figura 445

Realizamos el diagrama de cuerpo libre para el bloque y planteamos las ecuaciones que relacionan las leyes de Newton con el diagrama de cuerpo libre.

$$\sum Fx = ma_C$$
$$N_{SB} = ma_C$$

$$\sum Fy = 0$$
$$fsmax - mg = 0$$
$$\mu_S N_{SB} = mg$$
$$\mu_S = \frac{mg}{ma_C}$$
$$\mu_S = \frac{g}{\varpi^2 R} = \frac{g}{4\pi^2 f^2 R}$$
$$\mu_S = \frac{9.8}{4\pi^2(1)^2(5)}$$
$$\mu_S = 0.05$$

5. La figura 446 muestra un cuerpo pequeño de masa m y que da vueltas en un círculo horizontal con rapidez constante v en el extremo de una cuerda de longitud L. Al dar vueltas el cuerpo, la cuerda describe una superficie cónica. Este dispositivo se llama péndulo cónico. Halle el tiempo que tarda el cuerpo en dar una revolución completa

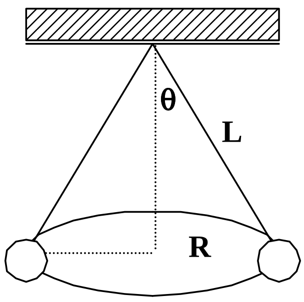


Figura 446

SOLUCIÓN

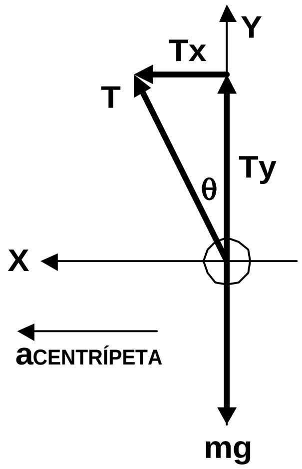


Figura 447

Para resolver el problema utilizaremos la segunda ley de Newton, para luego mediante la ecuación resultante obtengamos el periodo de revolución que es lo que el problema pide. A continuación realizamos el diagrama de cuerpo libre respectivo

$\Sigma F_x = ma_c$
$T_x = ma_c$
$T\text{sen}\theta = m(v^2/R)$ (1)

$\Sigma F_y = 0$
$T_y - mg = 0$
$T\cos\theta = mg$ (2)

Dividimos la ecuación (1) entre la ecuación (2) obtenemos

$$\text{Tan}\theta = v^2/Rg$$

Además podemos observar del gráfico original que Sen θ = R/L y también conocemos que 2πR = vt, si reemplazamos el valor de v y R en la ecuación anterior, obtendremos

$$Tan\theta = \frac{4\pi^2 (LSen\theta)}{gt^2}$$

Simplificando aún más la ecuación obtenemos

$$\frac{1}{Cos\theta} = \frac{4\pi^2 L}{gt^2}$$

y por último

$$t = 2\pi\sqrt{\frac{LCos\theta}{g}}$$

6. Una cuerda ACB pasa a través de un anillo liso en C unido a una esfera que gira con rapidez constante V en un plano horizontal, mismo que se muestra en la figura 448 adjunta. Determine la velocidad V compatible con los ángulos de inclinación de las cuerdas con la vertical. (Examen I parcial de Física I, I término 2000 – 2001)

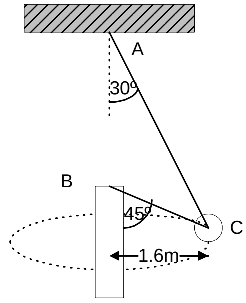


Figura 448

SOLUCIÓN
Realizamos primero un diagrama de cuerpo libre del cuerpo en mención.

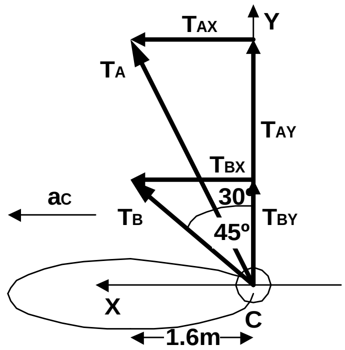


Figura 449

$\Sigma Fx = ma_c$	$\Sigma Fy = 0$
$T_{1x} + T_{2x} = mv^2/R$	$T_{1y} + T_{2y} = mg$
$T_1 Sen30^o + T_2 Sen45^o = mv^2/R$ (1)	$T_1 Cos30^o + T_2 Cos45^o = mg$ (2)

También se conoce que el ángulo entre las dos cuerdas es 15º. Con el conocimiento de este ángulo podemos aplicar la ley de los senos para encontrar una relación entre las dos tensiones existentes en las cuerdas

$$\frac{T_1}{Sen135^o} = \frac{T_2}{Sen30^o} \Rightarrow T_1 = \sqrt{2}T_2$$

Reemplazando este valor en las ecuaciones anteriores tenemos

$\sqrt{2}\, T_2(0.5) + T_2(\sqrt{2}/2) = mv^2/R$ (1)
$\sqrt{2}\, T_2(\sqrt{3}/2) + T_2(\sqrt{2}/2) = mg$ (2)

$\sqrt{2}\, T_2 = mv^2/R$ (1)
$(\sqrt{2}/2)(\sqrt{3} + 1)T_2 = mg$ (2)

Dividiendo las dos ecuaciones, tenemos

$$\frac{2}{\sqrt{3}+1} = \frac{v^2}{Rg}$$

y al despejar la velocidad de esta ecuación tenemos

$$v = \sqrt{\frac{2Rg}{\sqrt{3}+1}}$$

$$v = 3.39 \text{ m/s}$$

7. El bloque de 8 kg de la figura 450 está sujeto a una barra vertical mediante dos cuerdas. Cuando el sistema gira alrededor del eje de la barra, las cuerdas están tensas.
   a) ¿Cuántas vueltas por minuto ha de dar el sistema para que la tensión en la cuerda superior sea de 147 N?
   b) ¿Cuál es el valor de la tensión en la cuerda inferior?
   (Deber # 2 de Física I, II Término 2004 – 2005)

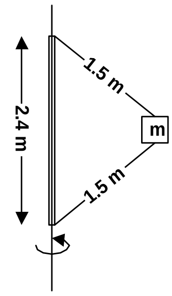


Figura 450

SOLUCIÓN

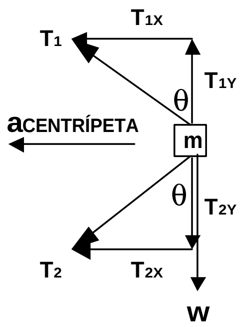


Figura 451

Realizamos el diagrama de cuerpo libre para el bloque y planteamos la segunda ley de Newton.

$$\sum Fx = ma_C \qquad \sum Fy = 0$$

$$T_{1X} + T_{2X} = m\omega^2 R \qquad T_{1Y} - T_{2Y} - mg = 0$$

$$T_1 \operatorname{sen}\theta + T_2 \operatorname{sen}\theta = m\omega^2 R \quad (1) \qquad T_1\cos\theta - T_2\cos\theta = mg \quad (2)$$

Donde sen θ y cos θ los podemos calcular por medio del triángulo rectángulo que formamos con los datos dados en el gráfico original.

Por el teorema de Pitágoras podemos calcular el lado restante

$$1.5^2 = 1.2^2 + d^2$$

$$d = \sqrt{2.25 - 1.44}$$

$$d = 0.9m$$

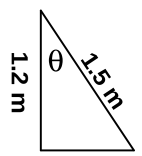


Figura 452

$$\Rightarrow \begin{array}{l} \operatorname{sen}\theta = 0.9/1.5 = 0.6 \\ \cos\theta = 1.2/1.5 = 0.8 \end{array}$$

Con estos resultados podemos calcular ω y T_2. Reemplacemos estos resultados en las ecuaciones (1) y (2)

$T_1 \operatorname{sen}\theta + T_2 \operatorname{sen}\theta = m\omega^2 R$
$147(0.6) + T_2(0.6) = 8(0.9)\omega^2$
$88.2 + 0.6T_2 = 7.2\omega^2$
$147 + T_2 = 12\omega^2$
$T_2 = 12\omega^2 - 147$ (1)

$T_1\cos\theta - T_2\cos\theta = mg$
$147(0.8) - T_2(0.8) = 8(9.8)$
$147 - T_2 = 98$ (2)

Reemplazamos la ecuación (1) en la ecuación (2)

$147 - 12\omega^2 + 147 = 98$
$\omega = 4.041$ rad/s

$$4.041\frac{rad}{s} \times \frac{1rev}{2\pi rad} \times \frac{60s}{1min} = 38.59rpm$$

La tensión 2 la encontramos reemplazando este valor en la ecuación (1) ya despejada, o sea,

$T_2 = 12(4.041)^2 - 147$
$T_2 = 49$ N

8. Un cuerpo de masa 5 kg se encuentra sobre una superficie cónica lisa ABC, que gira alrededor del eje EE´ con una rapidez angular de π/3 rad/s. Calcule:
   a) La reacción de la superficie sobre el cuerpo
   b) La tensión en la cuerda, y,
   c) La velocidad angular necesaria para reducir la reacción del plano a cero.
   (Lección # 2 de Física I, I Término 2003 – 2004)

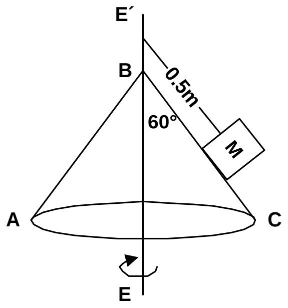


Figura 453

SOLUCIÓN

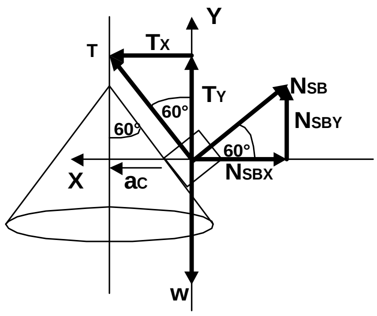


Figura 454

a) La reacción de la superficie no es más que la reacción normal de la superficie cónica sobre el bloque. De acuerdo al diagrama de cuerpo libre tenemos las ecuaciones

$$\sum Fx = ma_C$$
$$T_X - N_{SBX} = m\omega^2 R$$
$$T\,\text{sen}\,60° - N_{SB}\cos 60° = m\omega^2 R$$
$$T\,\text{sen}\,60° = N_{SB}\cos 60° + m\omega^2 R \qquad (1)$$

$$\sum Fy = 0$$
$$T_Y + N_{SBY} = mg$$
$$T\cos 60° + N_{SB}\,\text{sen}\,60° = mg$$
$$T\cos 60° = mg - N_{SB}\,\text{sen}\,60° \qquad (2)$$

Dividimos las ecuaciones (1)/(2)

$$\frac{T\,\text{sen}\,60°}{T\cos 60°} = \frac{N_{SB}\cos 60° + m\omega^2 R}{mg - N_{SB}\,\text{sen}\,60°}$$
$$Tan60°\left(mg - N_{SB}\,\text{sen}\,60°\right) = N_{SB}\cos 60° + m\omega^2 R$$
$$mgTan60° - m\omega^2 R = N_{SB}\cos 60° + N_{SB}\,\text{sen}\,60° Tan60°$$
$$N_{SB} = \frac{m\left(gTan60° - \omega^2 R\right)}{\cos 60° + \text{sen}\,60° Tan60°}$$
$$N_{SB} = \frac{5\left(9.8Tan60° - (\pi/3)^2\, 0.5\,\text{sen}\,60°\right)}{\cos 60° + \text{sen}\,60° Tan60°}$$
$$N_{SB} = 41.25N$$

b) La tensión la calculamos con la ecuación (1) o (2), aquí utilizaremos la (2)
   $T\cos 60° = mg - N_{SB}\text{sen}60°$
   T(0.5) = 5(9.8) – 41.25(0.866)
   T = 13.28 N

c) Utilizamos la ecuación que resultó de la división de las ecuaciones (1) y (2), pero con el hecho de que la reacción normal vale cero, por tanto la ecuación del lado derecho es cero
   $mgTan60° - m\omega^2R = 0$
   $9.8Tan60° = \omega^2(0.5\text{sen}60°)$
   $\omega = 6.26$ rad/s

9. Un automóvil de 1200 kg que toma una curva de 50 m de radio con peralte de 37° con la horizontal, está apoyándose en la fricción de la llanta con la carretera, cuyo coeficiente de fricción estática es 0.7. ¿Cuál es la mínima velocidad con la que podría tomar la curva el automovilista? (Examen parcial de Física I, I Término 2001 – 2002)

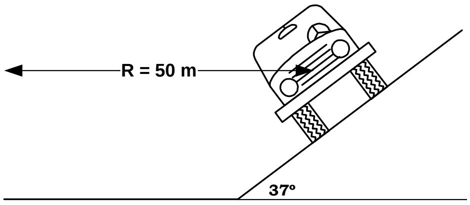


Figura 455

SOLUCIÓN

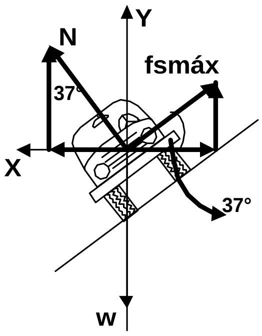


Figura 456

Al solicitar la mínima velocidad, el ejercicio indica que el vehículo trata de deslizar hacia la parte baja de la curva. Según el diagrama de cuerpo libre, las ecuaciones para el movimiento del auto en la curva son

$$\sum Fx = ma_C$$

$$Nsen37° - fs\max\cos 37° = m\frac{v^2}{R}$$

$$N(sen37° - \mu_S\cos 37°) = m\frac{v^2}{R} \quad (1)$$

$$\sum Fx = 0$$

$$fsmax\,\text{sen}\,37° + N\cos 37° - mg = 0$$

$$N(\mu_S\,\text{sen}\,37° + \cos 37°) = mg \quad (2)$$

Dividimos la ecuación (1) entre la ecuación (2)

$$\frac{N(sen37° - \mu_S\cos 37°)}{N(\mu_S sen37° + \cos 37°)} = \frac{mv^2}{mgR}$$

$$v = \sqrt{\frac{gR(sen37° - \mu_S\cos 37°)}{(\mu_S sen37° + \cos 37°)}}$$

$$v = \sqrt{\frac{9.8(50)(sen37° - 0.7\cos 37°)}{0.7sen37° + \cos 37°}}$$

$$v = 4.14m/s$$

10. El bloque de masa m_1 se suelta a partir del reposo desde una altura h y demora un tiempo t hasta llegar al suelo. Calcule:
    a) La tensión que sostiene al bloque m_1.
    b) La aceleración del bloque m_2.
    c) La tensión en la cuerda que sostiene al bloque m_2 y la altura que asciende cuando m_1 llega al suelo.
    (Deber # 2 de Física I, II Término 2003 – 2004)

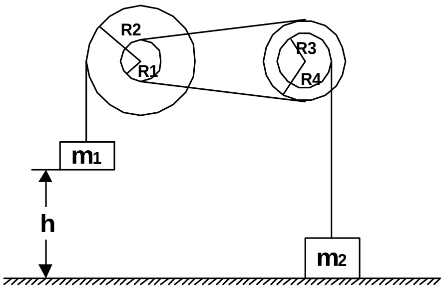


Figura 457

SOLUCIÓN

Los discos de radio R_1 y R_4 tienen la misma velocidad tangencial y aceleración tangencial porque están conectados tangencialmente por medio de la banda. Los discos de radio R_1 y R_2 tienen la misma velocidad angular y aceleración angular, al igual que los discos de radio R_3 y R_4.

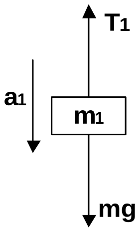


Figura 458

$$\sum Fy = m_1 a$$

$$m_1 g - T_1 = m_1 a$$

Pero la aceleración de la partícula 1 puede ser calculada por $\Delta y = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$, donde la aceleración da la referencia positiva al movimiento.

$h = 0 + \frac{1}{2} at^2$

$a = 2h/t^2$

Este resultado lo reemplazamos en la ecuación que resultó de la aplicación de las leyes de Newton.

$$m_1 g - T_1 = m_1 a$$

$$m_1 g - m_1 a = T_1$$

$$T_1 = m_1\left(g - \frac{2h}{t^2}\right)$$

b) Como ya indicamos al inicio de la solución del problema, la aceleración tangencial de R_4 es la misma que la aceleración tangencial de R_1, mientras que la aceleración angular de R_3 y de R_4 es la misma.

$$a_4 = a_1$$

$$a_4 = 2h/t^2$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 \Rightarrow \qquad \alpha_3 = \alpha_4$$

$$\frac{a_1}{R_1} = \frac{a_2}{R_2} \qquad\qquad \frac{a_3}{R_3} = \frac{a_4}{R_4}$$

$$a_1 = \frac{\left(\frac{2h}{t^2}\right)R_1}{R_2} \qquad\qquad a_3 = \frac{a_4 R_3}{R_4}$$

$$a_1 = \frac{2hR_1}{t^2 R_2} \qquad\qquad a_3 = \frac{a_1 R_3}{R_4}$$

$$a_3 = \frac{2hR_1}{t^2 R_2}\frac{R_3}{R_4}$$

Donde la aceleración a_3 es la aceleración del bloque de masa m_2.

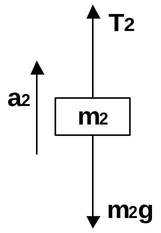


Figura 459

c) $\sum Fy = m_2 a$

$T_2 - m_2 g = m_2 a$

$T_2 = m_2\left(g + \frac{2hR_1R_3}{t^2R_2R_4}\right)$

La altura la podemos calcular con $\Delta y = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$h_2 = \frac{1}{2}\left(\frac{2hR_1R_3}{t^2R_2R_4}\right)t^2$